

# LE TRANSIT ALLUVIAL DANS LES BASSINS DU MONT-LOZÈRE : UN PHÉNOMÈNE DE RELAXATION CONTRÔLÉ PAR LES HÉRITAGES MORPHOSÉDIMENTAIRES

Philippe ALLÉE <sup>(1)</sup>, Farid BOUMEDIENE <sup>(1)</sup> et Jean-François DIDON-LESCOT <sup>(2)</sup>

(1) : UMR 6042 GEOLAB, CNRS - Université de Limoges, UFR des Lettres et Sciences Humaines, 39E Rue Camille Guérin, 87036 LIMOGES cedex. Mél : philippe.allee@unilim.fr

(2) : UMR 6012 "ESPACE" du CNRS, Département de Géographie, Université de Nice-Sophia-Antipolis, 98 Boulevard Édouard Herriot, BP 3 209, 06204 NICE cedex 03.

**RÉSUMÉ** : Sur le Mont-Lozère, trois bassins versants, instrumentés depuis 1981 ont permis de mesurer et de calculer la charge alluviale sur une série de 18 années. Commandés par un régime hydrologique à tonalité méditerranéenne, les transits sédimentaires sont soumis à une forte saisonnalité et à une grande irrégularité d'une année à l'autre. Néanmoins, la vitesse d'érosion reste lente, entre 2 et 22 t/km<sup>2</sup>/an. Liés à un phénomène de relaxation alluviale, les transports solides sont contrôlés par les héritages morphosédimentaires pléistocènes et historiques et diffèrent d'un bassin versant à l'autre dans un rapport de 1 à 10.

**MOTS CLÉS** : Mont-Lozère, bassins versants, charge alluviale, vitesse d'érosion.

**ABSTRACT** : On the Mont-Lozère, three small catchments, instrumented since 1981 allowed to measure and to calculate the sediment yield on a series of 18 years. Controlled by a hydrological regime Mediterranean tone, the alluvial load is subjected to strong immoderation and irregularity. Nevertheless, sediment delivery is low, between 2 and 22 t.km<sup>-2</sup>.year<sup>-1</sup>. In relation to an alluvial relaxation, the sediment yield is controlled by pleistocene and historic sedimentary inheritances and differ, from a catchment to another one in a report from 1 to 10.

**KEY-WORDS** : Mont-Lozère, catchments, alluvial load, erosion rate.

## I - INTRODUCTION

Comme d'autres montagnes méditerranéennes françaises, les hautes Cévennes ont connu, au cours des siècles derniers, une importante crise érosive (Ph. ALLÉE, 2003). Celle-ci a donné lieu, à partir du milieu du XIX<sup>ème</sup> siècle, à de nombreuses opérations de reboisement dans le cadre des lois RTM. Depuis le début du XX<sup>ème</sup> siècle, le contexte morphodynamique a beaucoup changé. Touchés par une importante déprise agricole, les hauts massifs cévenols connaissent une remontée végétale rapide, qui favorise la cicatrisation des formes d'érosion et la stabilisation des versants. Les aires sédimentaires contributives ont pratiquement disparu sur les versants et les systèmes fluviaux sont entrés dans une phase de relaxation alluviale.

Cet article est consacré à l'analyse des phénomènes de récupération sur les bassins versants du Mont-Lozère. Grâce à un dispositif instrumental permettant de quantifier la charge solide, l'ampleur et le rythme des transports

alluviaux ont pu être étudiés. Les résultats montrent que le phénomène de relaxation varie considérablement selon le contexte morphosédimentaire des hydrosystèmes.

## II - LES BASSINS VERSANTS ÉTUDIÉS : HOMOGÉNÉITE ET DISPARITÉ

Sélectionnés dans le cadre d'une démarche comparative visant à étudier le rôle de l'enrésinement sur l'acidification des sols et de l'eau (C. DUPRAZ, 1984), les bassins versants instrumentés sur le Mont-Lozère présentent une couverture végétale diversifiée (Tab. I).

Le bassin de la Sapine est boisé par un ancien taillis de hêtres. L'âge des rejets de souche se répartit en deux classes modales (50-60 ans et 90 ans) qui traduisent les deux dernières périodes principales d'exploitation (d'après A. HANCHI, 1994). Le bassin de la Latte a été reboisé en épicéas dans les années 1930 (J.F. DIDON-LESCOT, 1996). Cette pessière, victime d'une attaque parasitaire, a été coupée entre 1987 et

Tableau I - Caractères physiographiques des bassins du Mont-Lozère (d'après C. DUPRAZ, 1984).

Bassin	Végétation	Superf. (km <sup>2</sup> )	Alt. moy (m)	Alt. min (m)	Alt. max (m)	Pente BV (%)	Pente R (%)	L (m)	Dd (m/km <sup>2</sup> )
Sapine	Hêtres	0,54	1270	1160	1395	18	15	750	1,39
Latte	Épicéas	0,195	1421	1340	1495	20	17	210	0,95
Cloutasses	Pelouse et lande	0,81	1386	1290	1495	10	8	1825	2,43

Superf. : superficie. Alt. moy : altitude moyenne. Alt. min : altitude minimum. Alt. max : altitude maximum. PenteBV : pente moyenne des versants. Pente R : pente moyenne du ruisseau principal. L : longueur totale des cours d'eau. Dd : densité de drainage.

1989, puis renouvelée. Le bassin des Cloutasses est le seul des trois qui ne soit pas boisé. Il porte une pelouse à nard, pacagée l'été de façon extensive par un troupeau ovin transhumant. Mais ni le pâturage, ni les écobuages de plus en plus épisodiques, ne parviennent à enrayer son envahissement par la lande à genêt.

Quelle que soit la diversité de leur couverture végétale, les bassins possèdent tous aujourd'hui des versants parfaitement phytostabilisés. Les dynamiques érosives y sont totalement annihilées. Elles ne sont réactivées que de façon sporadique, à l'occasion d'écobuages sur les Cloutasses ou lors de travaux forestiers sur la Latte (Ph. BERNARD-ALLÉE et C. COSANDEY, 1991 ; C. COSANDEY et Ph. BERNARD-ALLÉE, 1992).

Comme dans la plupart des systèmes fluviaux montagnards, la morphologie des fonds de vallons est contrôlée par des faits structuraux (P. BILLI, 1993). Les pentes longitudinales sont fortes et irrégulières, accidentées de multiples seuils rocheux, et les profils transversaux sont étroits. Au gré des affleurements du bedrock ou des poches alluviales, les lits fluviaux sont formés d'une succession de seuils et de mouilles, typiques des rivières de montagne (C. AMOROS et G.E. PETTS, 1993). S'ils présentent les mêmes caractères généraux, les bassins possèdent néanmoins des singularités morphosédimentaires qui jouent un grand rôle dans le transit alluvial actuel. Les différences portent essentiellement sur la morphologie du fond de vallon et sur la nature et l'ampleur des stocks sédimentaires disponibles.

Localisé à proximité du couloir hydrographique majeur du Tarn et de la Goudesche, l'alvéole de Mas Méjean a été profondément démantelé par la reprise d'incision plio-quadernaire. Installé sur une cloison de cet alvéole, le bassin versant de la Sapine est allongé et pentu. Le fond du vallon est étroit, accidenté,

et laisse apparaître de multiples bancs rocheux. Des trois bassins étudiés, c'est celui qui possède les plus faibles stocks sédimentaires. La nappe fluvio-nivale pléistocène est pratiquement absente, et les remblaiements historiques n'existent qu'à l'état de petits placages résiduels.

La morphologie des deux autres bassins diffère considérablement. Correspondant aux sources de l'Alignon, ils drainent le versant sud du Bois du Commandeur. Dans ce secteur resté à l'écart de la reprise d'incision plio-quadernaire, les bassins hydrographiques ont conservé de nombreuses paléotopographies évassées.

Le bassin versant des Cloutasses, le plus vaste et le plus allongé, draine une cloison surbaissée dans sa partie amont, un plancher d'alvéole entouré de replats dans sa partie aval. Le fond de vallon est remblayé par un complexe sédimentaire biparti : un remblaiement alluvial sablo-graveleux historique, emboîté dans une nappe fluvio-nivale pléistocène. Le chenal actuel est incisé dans le remplissage historique qui évolue en basse terrasse. Son plancher, calé sur la nappe pléistocène, est pavé de blocs granitiques, et l'énergie des écoulements de crue se dissipe sous la forme d'actives érosions de berges. Des trois bassins versants, c'est celui qui possède le contexte hydrodynamique le plus énergétique et les stocks sédimentaires les plus abondants.

Le bassin de la Latte est situé sur la partie sommitale d'une cloison d'alvéole. Si sa pente générale est assez forte, le dispositif morphologique est formé par une succession de replats structuraux qui constituent autant de sites de stockage sédimentaire. Cônes de déjection et remblaiements discontinus se succèdent tout le long de ces gradins, à peine entaillés par un chenal à écoulement temporaire de faible rayon hydraulique. Des trois bassins versants, c'est lui qui présente le plus faible potentiel hydrodynamique.

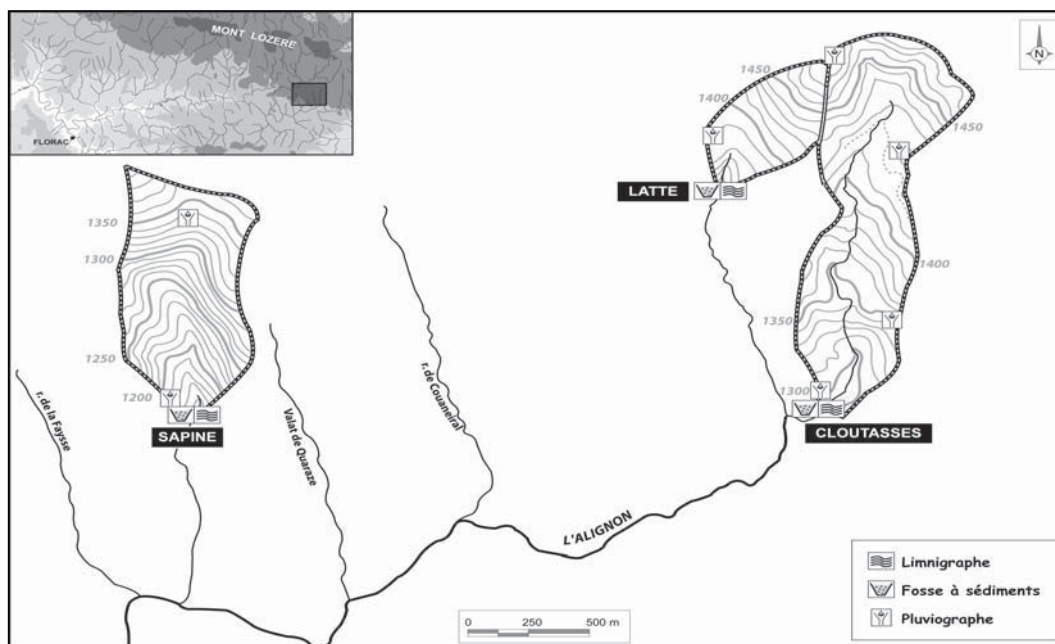


Figure 1 - L'équipement des bassins versants du Mont-Lozère.

### III - LE PROTOCOLE DE MESURE

Chacun des bassins est équipé, à l'exutoire, d'une station limnimétrique et d'une fosse sédimentaire. Les débits liquides sont mesurés en continu depuis 1981, date de création du Bassin Versant de Recherche et Expérimental (BVRE) du Mont-Lozère.

Durant les deux premiers cycles hydrologiques du programme (1981-82 et 1982-83), les matières en suspension (MES) ont fait l'objet d'un suivi en continu (B. DUMAZET, 1983). Compte tenu de la faiblesse des transports de MES, le protocole n'a pas été poursuivi. En dépit de sa brièveté, on peut attribuer à cette série de mesures une assez bonne représentativité, car elle coïncide avec des années hydrologiques abondantes, 1982 notamment.

L'effort métrologique a essentiellement porté sur l'évaluation de la charge de fond qui représente plus de 95 % des transports solides. Il s'agit d'une charge sablo-graveleuse, pouvant contenir entre 10 et 20 % de galets et de blocs. La quantification des volumes charriés a été réalisée au moyen des fosses sédimentaires construites en aval des stations limnigraphiques (dès 1982 pour les Cloutasses, en 1984 pour la Sapine, en 1987 sur la Latte). Chacune d'entre elles a fait l'objet d'un cubage et d'une vidange annuels. Pour l'ensemble de la série, les données ont donc d'abord été recueillies au pas de temps annuel. Cependant, fiables pour les petites et moyennes crues, les fosses ne le sont pas pour les débits les

plus forts, qui s'accompagnent de phénomènes de chasse. L'information manquante a été reconstituée par calcul et extrapolation. Pour une série de crues de puissance différente, le cubage de la charge solide a été réalisé au pas de temps événementiel. Les informations recueillies ont permis de tracer une droite régression (Fig. 2) permettant d'évaluer, pour chacun des bassins versants, le débit solide à partir du débit liquide.

Par extrapolation, ces droites ont d'abord permis d'apprécier l'efficacité des crues les plus fortes, excédant la capacité de stockage des fosses. Si la démarche est satisfaisante pour les crues modales, elle s'avère moins pertinente pour l'épisode hydrologique exceptionnel du 22 septembre 1992. A la suite d'un événement pluvieux de très forte intensité (300 à 350 mm en 4 heures), les bassins versants ont connu la crue la plus violente depuis le début des mesures. Les pics de crue ont été évalués à 1560 l/s sur la Latte, 2750 l/s sur la Sapine et 6570 l/s sur les Cloutasses. Ces débits instantanés sont nettement supérieurs aux crues modales les plus fortes enregistrées sur les bassins : 820 l/s sur la Latte en septembre 1993, 1930 l/s sur la Sapine en octobre 1994 et 2710 l/s sur les Cloutasses en 1982.

Dans la ravine de l'Aubaret Vieil, l'épisode hydrologique du 22 septembre 1992 s'est accompagné du franchissement d'un seuil d'efficacité morphogénique spectaculaire (Ph. ALLÉE, 1999 et 2003). Pour évaluer le volume charrié par ces crues dans les lits fluviaux, l'extrapolation des droites de régression n'est pas pertinente. Elle ne

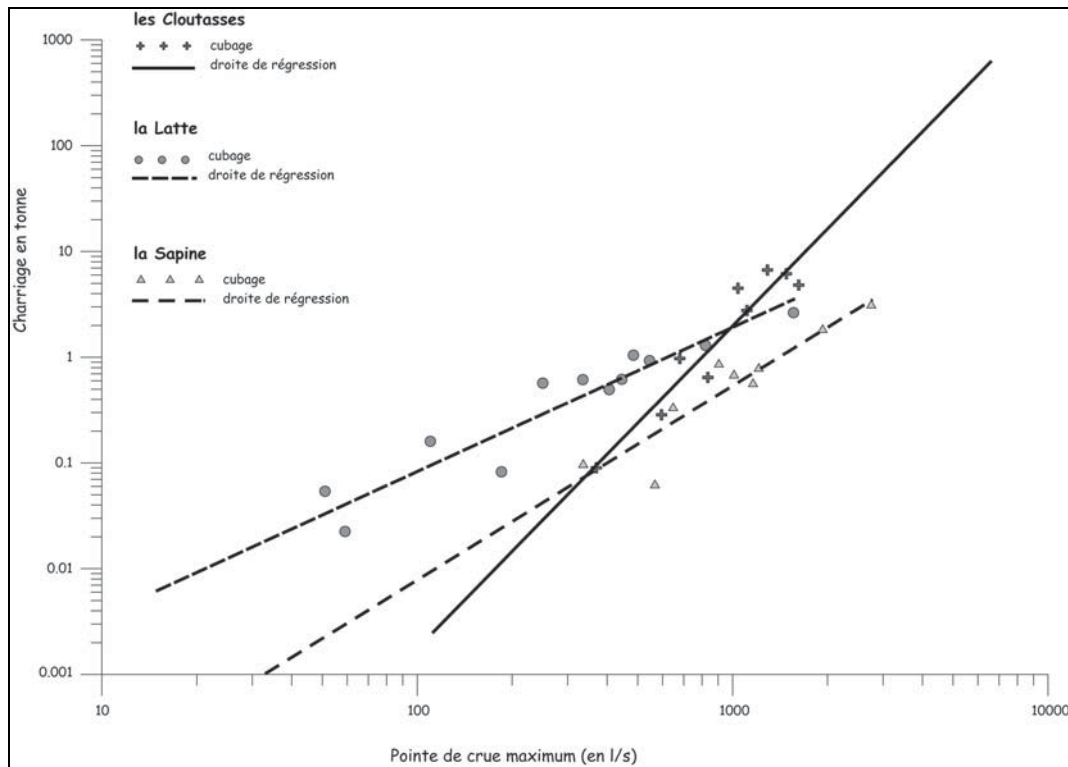


Figure 2 - Relation débit liquide / débit solide pour les bassins du Mont-Lozère.

peut évidemment pas rendre compte des possibles effets de seuil. C'est pourquoi la charge spécifique moyenne annuelle, entre 1982 et 1999, a été calculée sur la base du fonctionnement hydrologique modal, en excluant l'événement de 1992. L'efficacité de cette dernière a néanmoins été discutée.

La démarche par extrapolation n'a pas seulement servi à estimer la charge des plus fortes crues modales. Elle a aussi permis la reconstitution du charriage pour toutes les crues efficaces de la chronique, rendant possible l'étude du rythme saisonnier des transports solides.

#### IV - RÉSULTATS ET DISCUSSION

Trois principaux enseignements se dégagent de cette étude. Ils concernent le rythme du fonctionnement hydrosédimentaire, la vitesse d'érosion et l'ampleur inégale des phénomènes de relaxation dans les systèmes fluviaux.

##### 1) Des rythmes hydrosédimentaires méditerranéens

Deux phénomènes caractérisent les rythmes des flux alluviaux : la saisonnalité et l'irrégularité interannuelle. La figure 3 montre une bonne adéquation entre les régimes pluviométrique et

hydrologique des bassins versants. Leur régime fluvial, de type pluvio-nival, présente un distribution bimodale, l'automne constituant le mode principal, le printemps le mode secondaire. Ce profil bimodal s'atténue nettement lorsque l'on considère la répartition des crues record annuelles (Fig. 4). Une très nette prépondérance de l'automne se dégage alors, cette saison regroupant, selon les bassins versants, de 13 à 15 des 18 crues annuelles les plus fortes. Cette hégémonie automnale se renforce encore avec l'examen de l'efficacité alluviale. Celle-ci témoigne d'une très forte saisonnalité, où l'automne joue un rôle déterminant (Fig. 5). 80 % des charriages sur les Cloutasses et la Latte, 60 % sur la Sapine, s'effectuent entre le 20 septembre et le 20 novembre. Ces deux mois d'automne constituent les temps fort du fonctionnement alluvial des bassins.

Les crues efficaces d'automne s'expliquent par l'occurrence, durant cette intersaison, de forts abats d'eau liés au passage de dépressions méditerranéennes particulièrement pluviogènes (J.P. TRZPIT, 1980 ; J.P. VIGNEAU, 1986). Renforcées par un phénomène d'ascendance orographique sur les Cévennes, ces perturbations atmosphériques s'accompagnent de cumuls pluviométriques atteignant fréquemment 100 à 400 mm en 24 ou 48 heures. Ces crues cévenoles ont été étudiées par C. COSANDEY (1994, 1997). Les écoulements rapides de crues sont générés par un débordement généralisé des nappes

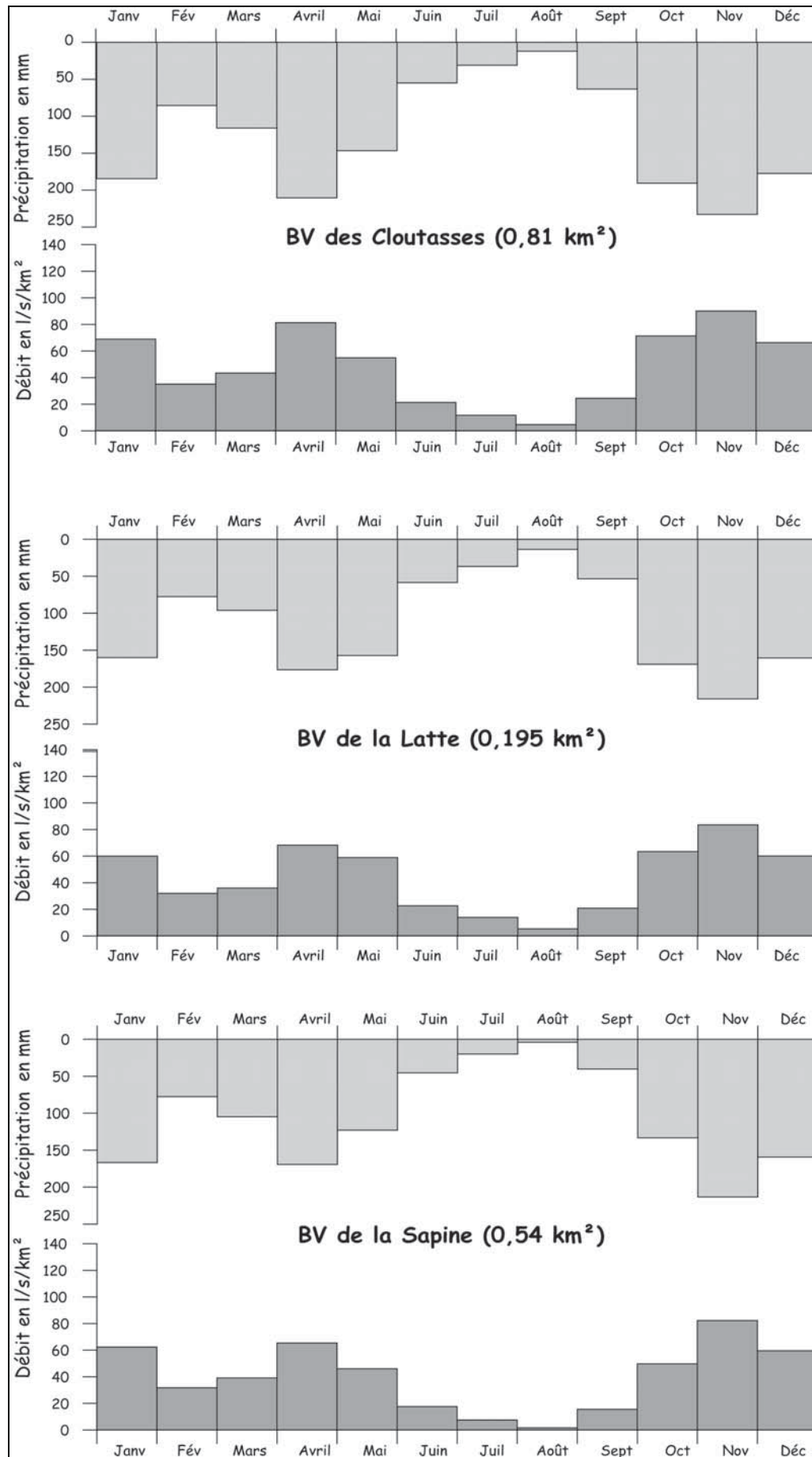


Figure 3 - Régimes pluviométriques et hydrologiques des bassins versants du Mont-Lozère (période 1982-1999).



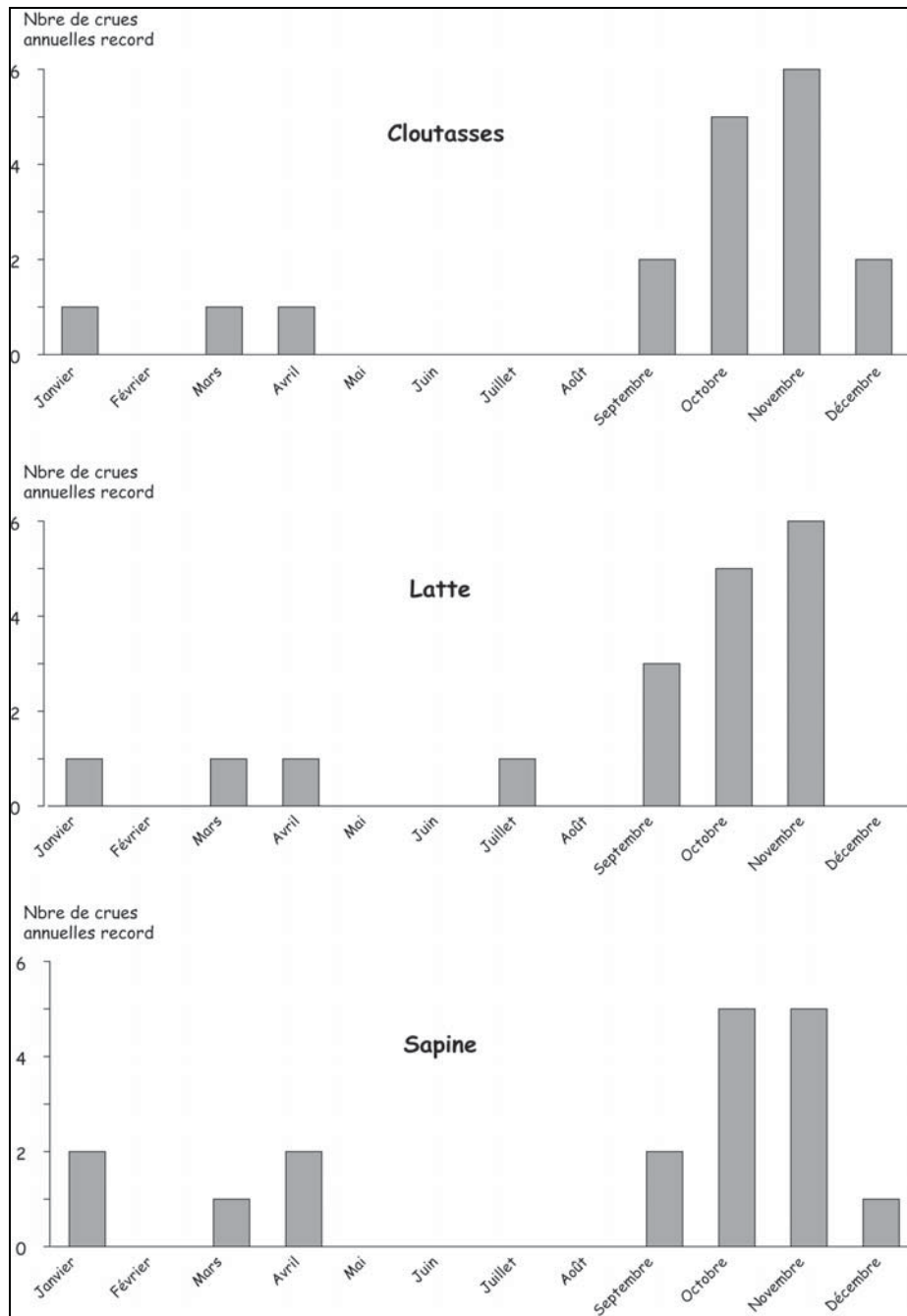


Figure 4 - Distribution saisonnière des crues annuelles record (période 1982-1999).

perchées et par une forte expansion des aires contributives dans les fonds de vallon. Les pics de crues sont étroits, mais morphogéniquement très efficaces.

Par leur distribution dans l'année, les crues cévenoles déterminent la non pondération des transports solides. Par leur irrégularité, elles en contrôlent également les fluctuations interannuelles. La figure 6 illustre bien ce phénomène. Les coefficients de variation sont de 0,8 sur la Sapine, de 0,88 sur la Latte et de 0,96 sur les Cloutasses. Ces coefficients ont été calculés sans tenir compte de la crue du 22 septembre 1992.

L'intégration de cet événement extrême exagère encore la tendance. Cependant l'évaluation de sa capacité de transport est délicate. Sur la Sapine et la Latte, l'extrapolation par régression linéaire donne des valeurs plausibles (2,3 tonnes sur la Sapine et 5,9 tonnes sur la Latte) mais non vérifiables. Pour les Cloutasses, l'extrapolation aboutit à une valeur peu crédible de 617 tonnes, totalement incohérente avec le faible impact morphologique observé sur le lit fluvial. Pour ces événements exceptionnels, dont le rôle morphogénique est fondamental, la démarche instrumentale utilisée montre ses limites.

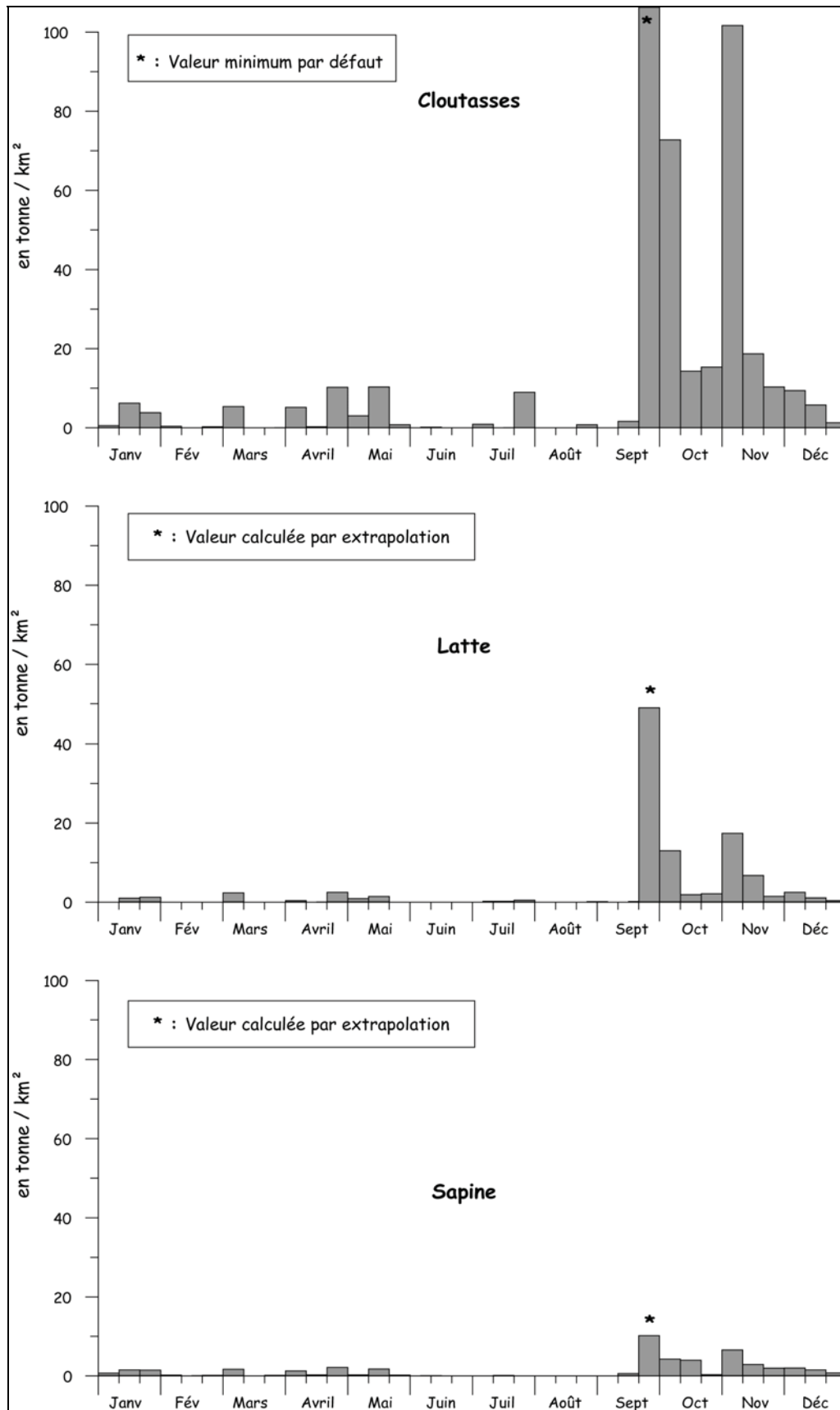


Figure 5 - Valeurs décadaires moyennes des transports par charriage sur la période 1982-1999.

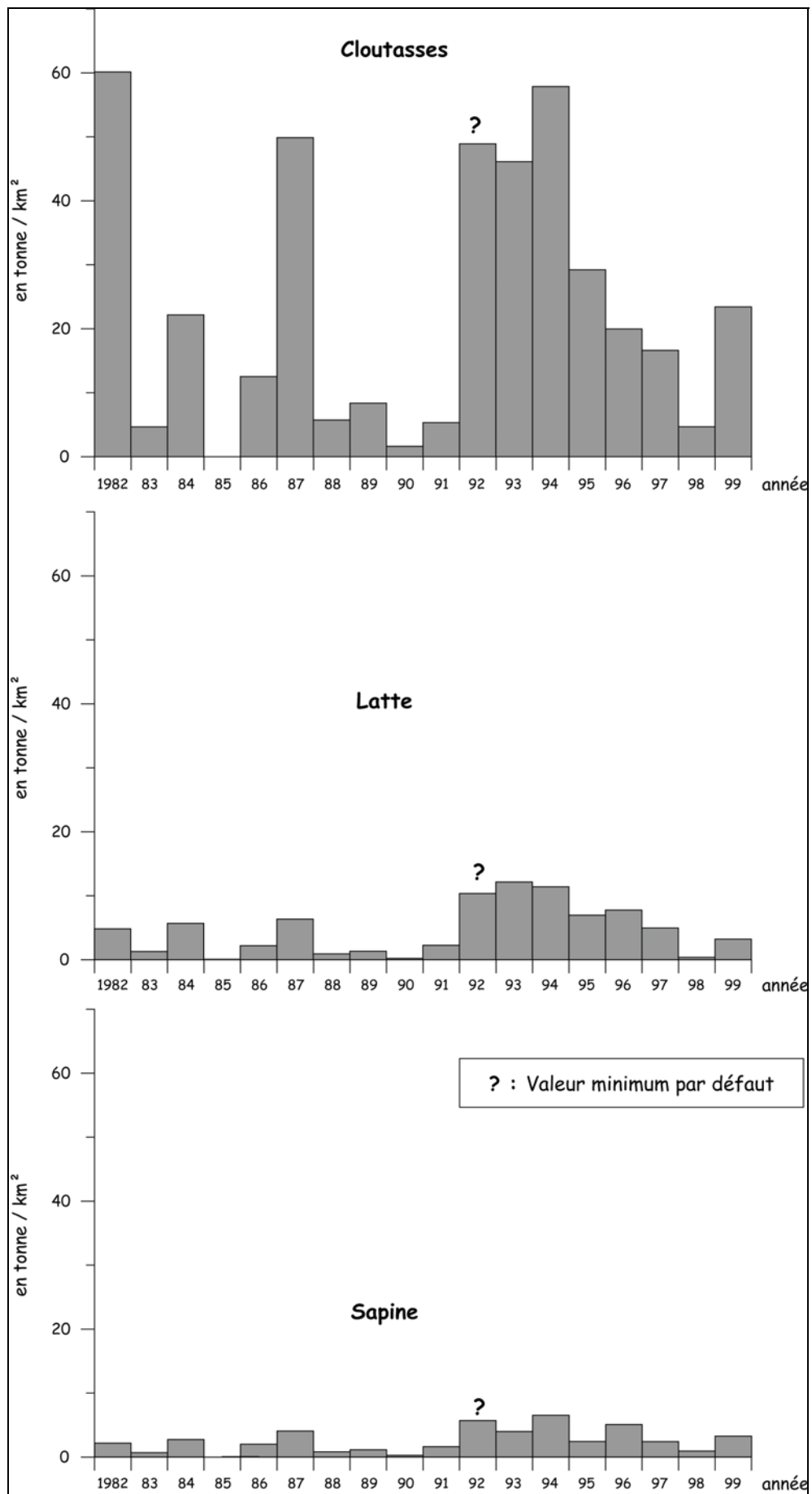


Figure 6 - Valeurs annuelles des transports par charriage.



## 2 ) Une vitesse d'érosion au ralenti

Les taux de dégradation spécifique mesurés sur le BVRE du Mont-Lozère sont extrêmement faibles. Ils sont semblables aux valeurs trouvées

par C. MARTIN (1986) dans le massif des Maures (Tab. II). Sous couvert végétal, les flux hydrosédimentaires sont actuellement au ralenti au sein des systèmes fluviaux de ces moyennes montagnes cristallines.

Tableau II - Les pertes de matières solides à l'échelle des bassins versants.

Bassin versant	Superficie (km <sup>2</sup> )	Pertes en suspension (t/km <sup>2</sup> /an)	Pertes par charriage (t/km <sup>2</sup> /an)	Pertes totales (t/km <sup>2</sup> /an)
Mont-Lozère : B. DUMAZET, 1983 (MES) et Ph. ALLÉE, 2003 (charriage)				
Sapine	0,54	0,1	2,2	2,3
Latte	0,195	0,1	4,1	4,2
Cloutasses	0,81	1,3	20,7	22,0
Massif des Maures : d'après C. MARTIN, 1986				
Réal d'Or	0,10	0,2	0,5	0,7
Rimbaud	1,46	0,2	0,5	0,7
Maraval	5,41	2,8	0,8	3,6
Vernatelle	4,09	4,8	-	-

La comparaison des résultats obtenus avec les références disponibles dans la bibliographie doit être menée avec prudence. Dans les publications, la plupart des valeurs disponibles concernent des bassins versants de grande taille, souvent supérieure à 100 ou 1000 km<sup>2</sup>, et les bilans sont presque toujours établis à partir de la seule charge en suspension. Néanmoins, il est admis que la charge spécifique diminue avec l'accroissement de la taille des bassins versants (D.E. WALLING, 1983). La dimension modeste des bassins versants étudiés et la prise en compte de la charge de fond jouent donc dans le même sens : elles sont favorables à l'obtention de valeurs plus élevées que les moyennes régionales, pour des conditions pétrographiques et pluviométriques identiques.

La production sédimentaire des systèmes fluviaux en moyenne montagne cristalline méditerranéenne n'en est pas moins indigente comparée à d'autres systèmes morphogéniques. Le taux de dégradation spécifique moyen est estimé, à l'échelle mondiale, entre 150 et 200 t/km<sup>2</sup>/an (M. MEYBECK, 1979). Régionalement, de fortes disparités existent entre les différents ensembles morphoclimatiques (J.D. MILLIMAN et R.H. MEADE, 1983 ; J.D. MILLIMAN et J.P.M. SYVITSKI, 1992 ; D.E. WALLING et B.W. WEBB, 1996 ; B. LUDWIG et J.L. PROBST, 1998). Avec des valeurs de quelques tonnes, ou quelques dizaines de tonnes, par km<sup>2</sup> et par an, le Mont-Lozère, comme le massif des Maures, possèdent les valeurs parmi les plus faibles du monde. Elles sont bien sûr très en deçà des valeurs trouvées dans les montagnes

d'Asie du Sud-Est où sont enregistrés des taux de dégradation spécifique de 10000 à 20000 t/km<sup>2</sup>/an (A. GOUDIE, 1996). Mais elles possèdent également une production sédimentaire bien moindre que beaucoup d'autres systèmes fluviaux en moyennes montagnes méditerranéennes. Dans les Pyrénées orientales, P. SERRAT (2000) a mesuré un taux de dégradation spécifique de 104 t/km<sup>2</sup>/an sur l'Agly. Dans le bassin voisin de la Têt, la valeur s'élève à 430 t/km<sup>2</sup>/an (BENECH *in* P. SERRAT, 2000). Pour les péninsules du sud de l'Europe (Italie, Balkans et Turquie), S.E. POULOS *et al.* indiquent, pour des bassins de quelques centaines de km<sup>2</sup> à quelques dizaines de milliers de km<sup>2</sup>, des vitesses d'érosion comprises entre 150 et 4000 t/km<sup>2</sup>/an. Au Maghreb, J.L. PROBST et P. AMIOTTE-SUCHET (1992) proposent une valeur moyenne de 400 t/km<sup>2</sup>/an.

La modestie des exportations de produits solides des bassins versants de roches cristallines du Mont-Lozère et du massif des Maures s'explique bien sûr par la phytostabilisation actuelle des versants, mais aussi par le faible volume des stocks sédimentaires disponibles.

## 3 ) Un phénomène de relaxation contrôlé par les héritages morphosédimentaires

Les trois bassins versants étudiés sur le Mont-Lozère n'ont pas la même production sédimentaire. Les Cloutasses se distinguent nettement par un taux de dégradation spécifique 5 à 10 fois plus élevé que la Latte et la Sapine. Cette différence résulte d'une relation débit

solide / débit liquide plus efficace, bien traduite par une droite de régression plus redressée (Fig. 2).

L'indigence de la charge en suspension (B. DUMAZET, 1983) est un bon indicateur de l'origine de la charge sédimentaire. Sur les versants, les sols sont aujourd'hui bien protégés sous un couvert végétal fermé et les sources sédimentaires se limitent à quelques rares secteurs encore dénudés et aux chemins. L'alimentation de la charge solide est liée, pour l'essentiel, aux mécanismes érosifs à l'œuvre dans les lits fluviaux, sapements de berges et incisions verticales. La fourniture sédimentaire provient donc de la remise en mouvement des stocks alluviaux conservés dans les fonds de vallons, les nappes grossières fluvio-nivales pléistocènes et, surtout, les remblaiements sablo-graveleux historiques.

Ces phénomènes de déstockage diffèrent considérablement d'un bassin à l'autre. C'est dans le bassin des Cloutasses qu'ils sont les plus actifs. Dans la partie aval du cours, le lit fluvial y entaille un important complexe morphosédimentaire. Le chenal possède un fort rayon hydraulique et les crues s'accompagnent de phénomènes de sapement de berges. Elles entraînent l'injection, dans le lit fluvial, d'une abondante charge grossière. Le bassin de la Latte possède, lui aussi, d'abondants stocks alluviaux hérités, mais le contexte hydrodynamique est différent. Dans ce petit bassin installé en tête de réseau, les écoulements sont réduits et intermittents. Ils ne disposent pas d'une énergie suffisante pour inciser les remblaiements alluviaux bien végétalisés. La reprise d'érosion se limite à quelques sapements dans le cône de déjection situé à l'aval. En revanche, étroit et en forte pente, le fond de vallon de la Sapine est pratiquement dépourvu de stocks alluviaux : le cours d'eau coule souvent sur la roche en place et souffre d'un grave déficit d'alimentation détritique.

La relaxation alluviale ne présente pas partout les mêmes caractéristiques sur les bassins du Mont-Lozère. Son ampleur dépend de l'énergie hydraulique potentielle et des stocks alluviaux disponibles. Quasiment achevée dans le cas de la Sapine où le potentiel hydrodynamique est important, elle est à peine amorcée dans le

bassin de la Latte, faute d'une énergie suffisante. Elle est en revanche très active sur les Cloutasses, où elle s'exerce dans des stocks alluviaux abondants, grâce à un potentiel hydrodynamique efficace.

Transposé à l'échelle du temps long, celle du million d'années, le fonctionnement actuel des bassins versants apparaît assez paradoxal. Fortement démantelé par la reprise d'incision plio-quadernaire, le bassin de la Sapine est celui qui connaît la vitesse d'érosion la plus rapide à l'échelle géologique. C'est pourtant celui qui offre actuellement le taux de dégradation spécifique le plus bas. Dans les bassins de la Latte et des Cloutasses, la conservation d'abondantes paléotopographies fluviales témoignent de la lenteur de l'évolution sur le long terme. Cependant, des trois bassins versants, celui des Cloutasses est celui qui connaît aujourd'hui le taux de dégradation spécifique le plus fort.

## V - CONCLUSION

Les bassins versants du Mont-Lozère connaissent le même rythme de fonctionnement alluvial caractérisé par une saisonnalité et une irrégularité marquées. Typique du climat méditerranéen, ce régime hydrosédimentaire s'explique par l'occurrence, certaines années, de crues cévenoles automnales d'une grande efficacité. Homogènes en ce qui concerne le rythme du transit sédimentaire actuel, les comportements diffèrent pour les volumes charriés. Contrôlée par la présence de stocks sédimentaires pléistocènes et historiques très inégaux, la charge alluviale spécifique varie de 1 à 10 selon les bassins versants étudiés.

Ces résultats soulignent les limites de la démarche actualiste dans les études paléo-environnementales (Y. LAGEAT *et al.*, 1996). L'évolution des systèmes fluviaux se fait sur un rythme saccadé, à de nombreuses échelles temporelles. La vitesse d'érosion actuelle dépend de l'évolution morphodynamique à une échelle de temps séculaire et millénaire. Elle n'est pas représentative de l'évolution des systèmes fluviaux à l'échelle géologique.

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

ALLÉE Ph. (1999) - Rythmes saisonnier et annuel du ravinement sur les hautes terres granitiques cévenoles. L'exemple de la ravine de l'Aubaret

(Mont-Lozère, France). *In*: *Les bassins versants expérimentaux de Draix, laboratoire d'étude de l'érosion en montagne*. Cemagref

- Éditions, collection Actes de colloque (Draix, Le Brusquet, Digne, 1997), N. MATHYS édit., p. 119-128.
- ALLÉE Ph. (2003) - *Dynamiques hydrosédimentaires actuelles et holocènes dans les systèmes fluviaux de moyennes montagnes (Limousin, hautes Cévennes, Maures), Contribution à l'étude des discontinuités spatio-temporelles dans le fonctionnement du système bassin versant*. Document d'Habilitation à Diriger des Recherches, Université de Limoges, 451 p.
- AMOROS C. et PETTS G.E., éditeurs (1993) - *Hydrosystèmes fluviaux*. Édit. MASSON, 300 p.
- BERNARD-ALLÉE Ph. et COSANDEY C. (1991) - Conséquences d'une coupe forestière sur les bilans hydrologique et sédimentaire : le bassin versant de la Latte, Mont-Lozère. *Physio-Géo*, vol. 21, p. 79-94.
- BILLI P. (1993) - Steep mountain streams : processes and sediment. *Zeit. für Geomorph.*, N.F., suppl. 88, p. 1-16.
- COSANDEY C. (1994) - Formation des crues "cévenoles" dans des bassins élémentaires du Mont-Lozère. *Rev. Sci. Eau*, vol. 7, p. 377-393.
- COSANDEY C. (1997) - Genèse des crues "cévenoles" et fonctionnement hydrologique de bassins élémentaires de moyenne montagne. In : *Les bassins versants expérimentaux de Draix, laboratoire d'étude de l'érosion en montagne*, Cemagref Éditions, collection Actes de colloque (Draix, Le Brusquet, Digne, 1997), N. MATHYS édit., p. 29-40.
- COSANDEY C., BERNARD-ALLÉE Ph. (1992) - Conséquences d'une coupe forestière sur les crues et sur l'érosion des versants. *Actes des Rencontres Hydrologiques Franco-Roumaines*, CARBONNEL, DANCIN, HUBERT, VANCEA édit., Édit. UNESCO, p. 237-248.
- DIDON-LESCOT J.F. (1996) - *Forêt et développement durable au Mont-Lozère. Impact d'une plantation de résineux, de sa coupe et de son remplacement, sur l'eau et sur les réserves minérales du sol*. Thèse de l'Université d'Orléans, 195 p.
- DUMAZET B. (1983) - *Modification de la charge chimique des eaux au cours du transit à travers trois écosystèmes distincts du Mont-Lozère*. Thèse de 3<sup>ème</sup> Cycle, Univ. Orléans, 147 p.
- DUPRAZ C. (1984) - *Bilans des transferts d'eau et d'éléments minéraux dans trois bassins versants comparatifs à végétations contrastées (Mont-Lozère, France)*. Thèse de l'Université d'Orléans, 363 p.
- GOUDIE A. (1996) - *The changing earth, rates of geomorphological processes*. Édit. BLACKWELL, 285 p.
- HANCHI A. (1994) - *Cycle de l'eau et des éléments biogènes dans un bassin versant forestier : cas d'une hêtraie du Mont-Lozère*. Thèse de l'université de Bourgogne, 232 p.
- LAGEAT Y., ANDRÉ M.F. et ALLÉE Ph. (1996) - Apports et limites de l'expérimentation. In : *Composantes et concepts de la géographie physique*, M. DERRUAU édit., Édit. A. COLIN, p. 235-246.
- LUDWIG B. et PROBST J.L. (1998) - River sediment discharge to the oceans : present-day controls and global budgets. *Amer. J. Sci.*, vol. 298, p. 265-295.
- MARTIN C. (1986) - *Contribution à l'étude de la dynamique des versants en roches métamorphiques : l'exemple du massif des Maures*. Thèse d'État, Univ. Paris I, 3 t., 935 p.
- MEYBECK M. (1979) - Concentrations des eaux fluviales en éléments majeurs et apports en solution aux océans. *Rev. Géol. Dyn. et Géogr. Phys.*, vol. 21, fasc. 3, p. 215-246.
- MILLIMAN J.D. et MEADE R.H. (1983) - Worldwide delivery of river sediment to the ocean. *J. Geol.*, vol. 91, p. 1-21.
- MILLIMAN J.D. et SYVITSKI J.P.M. (1992) - Geomorphic/tectonic control of sediment discharge to the Ocean : the importance of small mountainous rivers. *J. Geol.*, vol. 100, p. 525-544.
- POULOS S.E., COLLINS M. et EVANS G. (1996) - Water-sediment fluxes of Greek rivers, south-eastern Alpine Europe : annual yields, seasonal variability, delta formation and human impact. *Zeit. für Geomorph.*, N.F., vol. 40, n° 2, p. 243-261.
- PROBST J.L. et AMIOTTE-SUCHET P. (1992) - Fluvial suspended sediment transport and mechanical erosion in the Maghreb (North Africa). *Hydrol. Sci. Journal*, vol. 37, n° 6, p. 621-637.
- SERRAT P. (2000) - *Genèse et dynamique d'un système fluvial méditerranéen : le bassin de l'Agly (France)*. Thèse de l'Université de Perpignan, 2 t., 720 p.
- TRZPIT J.P. (1980) - La Méditerranée, un creuset d'humidité. *Méditerranée*, n° 4, p. 13-28.
- VIGNEAU J.P. (1986) - *Climat et climats des Pyrénées orientales*. Thèse d'État, Univ. Toulouse, 618 p.

WALLING D.E. (1983) - The sediment delivery problem. *Journal of Hydrology*, vol. 65, p. 209-237.

*Erosion and Sediment Yield: Global and Regional Perspectives*, D.E. WALLING et B.W. WEBB édit., IAHS Publ., n° 236, p. 3-20.

WALLING D.E. et WEBB B.W. (1996) - Erosion and sediment yield : a global overview. *In :*